

моделирования согласуются с экспериментальными данными с погрешностью не более 5% для осреднённой по времени скорости потока и конечных продуктов сгорания. Максимальное расхождение между расчётом и экспериментом обнаружено для пульсации осевой скорости в зоне обратных токов в ближнем следе за центральным телом при горении. Далее детально исследовалась структура потока за горелочным устройством в трёх случаях: с горением топлива, со смещением, но без горения топлива и без подачи топлива. Было установлено, что горение изменяет форму зоны обратных токов

и снижает массовый расход газа через неё. При отсутствии горения максимальные пульсации скорости потока расположены за центральным телом горелочного устройства. При горении максимальные пульсации скорости смещаются от центрального тела в область взаимодействия зоны обратных токов и основного закрученного потока. Подача топлива оказывает незначительное влияние на структуру потока. В результате работы сделано заключение о применимости используемой модели для расчёта течений в камерах сгорания ГТД.

УДК 621.431.75

## **МНОГОФОРСУНОЧНАЯ КАМЕРА СГОРАНИЯ – ОСНОВА ТЕХНОЛОГИИ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ АВИАЦИОННЫХ ГАЗОТУРБИННЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ**

©2016 Ю.И. Цыбизов, С.В. Лукачёв, В.В. Бирюк, А.А. Горшкалёв

Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королёва

### **MULTINOZZLE COMBUSTION CHAMBER AS ENSURING TECHNOLOGY BASIS OF AIRCRAFT GAS TURBINE ENGINE ENVIRONMENTAL SAFETY**

Tsybizov Yu.I., Lukachev S.V., Biryuk V.V., Gorshkalev A.A.  
(Samara National Research University, Samara, Russian Federation)

*The work present problems of ecological safety and environmental performance of the aircraft gas turbine engine (GTE) valuation. Has been described results from the analysis of foreign and domestic experience of producing low emission combustion chamber. Have been shown ways of organizing a combustion process to achieve requirements of the International Civil Aviation ecological standards.*

Основу развития авиадвигателестроения сегодняшнего дня и ближайшего будущего определяет необходимость создания высокоэффективного газотурбинного двигателя (ГТД), удовлетворяющего перспективным требованиям международной организации гражданской авиации по экологии.

Авиационному транспорту (наряду с космической техникой), как загрязнителю окружающей среды отводится особое место в связи с тем, что это единственный вид техники, воздействующий на высотные слои атмосферы. Здесь формируются погодные явления и оказывается непосредственное влияние на озоновый слой. Воздействие на атмосферу авиационного двигателя принято разделять на выбросы вредных веществ в приземную область до высоты 900 м при выполнении взлётно-посадочного этапа полёта

в зоне аэропорта и на высоты, соответствующие длительному крейсерскому полёту на высотах от 11 км до 20 км.

В настоящее время международная организация гражданской авиации (ИКАО) продолжает работы по ужесточению действующих норм на эмиссию и шум с целью распространения норм с зоны аэропортов на весь полёт по маршруту. Ожидается, что в высотных условиях крейсерского полёта индекс эмиссии NO<sub>x</sub> не должен превышать величины 5...10 г/кг топлива.

Проблемы создания авиационной КС, удовлетворяющей требованиям ИКАО по эмиссии, усложняются в связи с необходимостью одновременного выполнения «жестких» требований по габаритам, массе, высокому совершенству и устойчивости рабочего процесса, к срыву пламени и виброгорению

на всех возможных наземных и высотных режимах эксплуатации. Кроме того, для авиационных ГТД характерными являются высокие требования к динамике изменения режимов работы двигателя (приемистость, реверсирование тяги и т.д.), что также значительно усложняет проблему создания высокоэффективной и экологически чистой КС.

Очевидно, что для решения проблемы создания экологически «чистой» и надёжно работающей КС должен быть использован комплексный подход, предусматривающий (наряду с совершенствованием рабочего процесса в КС) выбор оптимальных параметров термодинамического цикла и высоких значений КПД узлов, оптимальной двухконтурности двигателя, совершенной системы регулирования топливоподачи и в ближайшей перспективе освоение альтернативного топлива (сжиженный природный газ,

водород). Большое значение при этом имеет имеющийся опыт создания КС.

В заключении можно отметить, что выполненное ранее расчётно-аналитическое исследование многофорсуночной КС показало возможность получения экологических характеристик, удовлетворяющих требованиям перспективных норм ИКАО при выполнении дополнительных требований к КС перспективных отечественных двигателей гражданской авиации, представленных в первом разделе.

Таким образом, разработка многофорсуночной малоэмиссионной КС является основой кардинального улучшения экологических характеристик авиационных ГТД, что позволит эффективно решать задачи экологической безопасности и высокой надёжности в соответствии с намеченной эволюционной концепцией развития авиадвигателестроения.

УДК 621.73

## КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ОТБОРТОВКИ ДЕТАЛИ «РЫЧАГ» В DEFORM 2D

©2016 В.Б. Вольф, С.Ю. Звонов

Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королёва

### COMPUTER SIMULATION OF THE «LEVER» UNIT BEADING PROCESS USING DEFORM 2D SOFTWARE

Volf V.B., Zvonov S.Yu. (Samara National Research University, Samara, Russian Federation)

*This paper presents theoretical calculation and computer simulation of the beading process of holes in the release lever unit.*

Современные САПР позволяют технологиям ускорить время выпуска продукции, прогнозировать возможные дефекты на раннем этапе проектирования, повысить качество продукции. В данной работе рассмотрен процесс отбортовки отверстия у детали «рычаг» в программном комплексе Deform.

Deform - программный комплекс, который позволяет проверить, отработать и оптимизировать технологические процессы непосредственно за компьютером, а не в ходе экспериментов на производстве методом проб и ошибок. Благодаря этому существенно сокращаются сроки выпуска продукции, повышается её качество и снижается себестоимость.

В ходе работы по исходному чертежу построена 3d модель (рис. 1).

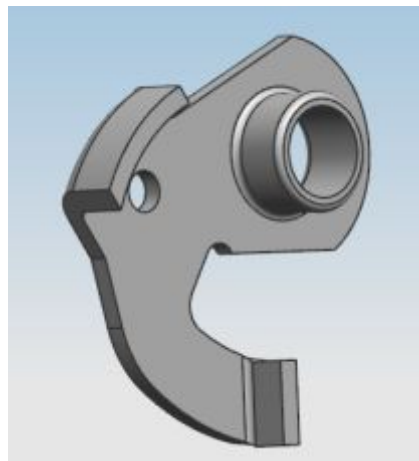


Рис. 1. 3D модель детали «рычаг»